

第20章 環日本海域の環境リモートセンシング - 海洋編 -

著者	白山 肇
ページ	156-164
発行年	2006-08-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/2491

第 20 章

環日本海域の環境リモートセンシング—海洋編—

大東文化大学環境創造学部
白山 肇
email: shirayama@npec.or.jp

1. 海洋観測リモートセンシング

(1) リモートセンシングとは

リモートセンシングとは、人工衛星や航空機などに搭載した観測器（センサ）を使い、離れた位置から地球表面を観測する技術である。地球上のあらゆる物質は、太陽光などの電磁波を受けると、物質の性質に応じて各波長ごとに固有の反射をする性質を持ち、また物質が熱を帯びると、その性質と温度に応じて各波長ごとに特有の割合で電磁波を放射する。これらを利用して物質からの反射ないし放射する電磁波の波長とその強さを測定すると、その物質に直接触れることなく性質や状態等を測定することができる（図 1）。

人工衛星による地球観測は、同一地点の観測データを繰り返し収集することができ、地上の移り変わりをグローバルな範囲で、詳細にしかも長期にわたってモニターすることができる。こうして得られる観測データを地上で受信しコンピュータで解析処理

することにより、地球規模での環境変化、台風や火山、流氷などの自然界からの現象から、人間活動に伴う環境変化など、我々の生活に関わりの深いさまざまな分野で活用することができる（図 2）。

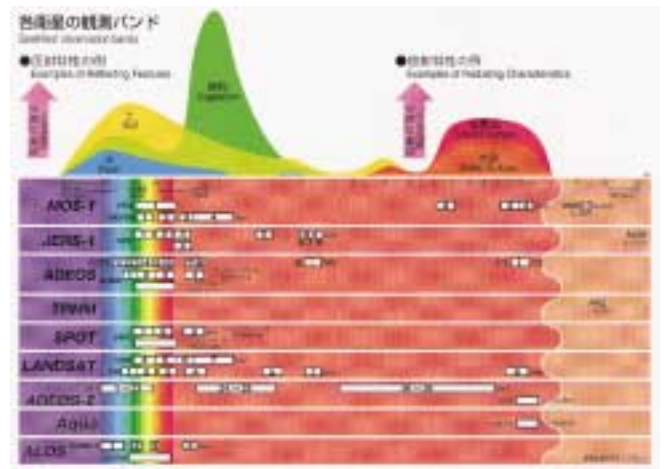


図 1. 各衛星の観測バンド (NASDA[1])



図 2. 衛星による多方面な活用 (NASDA[1])

(2) 海洋環境への応用

人工衛星、通信、コンピュータという3つの基本技術から構成されたセンシング技術がリモートセンシング技術の総体である。リモートセンシングの応用分野は、屋内での工業計測から広域的な陸域・大気・海洋情報の収集、地球規模の環境変動の監視までわけて多岐にわたる。都市、地域スケールでは土地開発の進展や緑地・植生の変化監視などに利用されている。また、森林減少など地球スケールの自然環境を把握するのに不可欠な手段となっている。海洋では、海面水位、汚濁状況、植物性プランクトンの分布状況、海面温度などさまざまな情報が収集できる。また、リモートセンシングから得られる波の情報から海上風の風向・風速を推定することもできる。大気については、二酸化炭素やオゾンなど微量成分の組成の調査や、雲画像などから気象現象の解析などにも利用できる。地球環境時代を迎えリモートセンシングの重要性はますます大きくなっている[2]。

地球表面の約70%を占める海は、地球上で最初に生命を育んだところである。大きな海流をつくり、大気とともにさまざまな気象現象をつくりだしているのも海である。日本列島は四方を海に囲まれているため、海流や海面温度の変化は、少なからず私たちの生活に影響を及ぼしている。これらの変化は、気候や漁獲量に密接に関係し、人工衛星からの広範囲な海洋観測は、重要な役割を担っている。

人口の多い都市や工場地域に隣接する沿岸では、水質の汚染が問題となっている。このような水質の監視（モニタリング）には、海色を指標としたリモートセンシング技術が応用できる。海の色は、海中に入射した太陽光が、水分子や浮遊している土砂、あるいはプランクトンなどの粒子によって、どのような選択的吸収あるいは散乱を受けるかで決まる。たとえば、海中の浮遊物質（濁度、Suspended Solid: SS）が少なければ光は海中の深いところまで透過し散乱されてかえって来るので、海の色は青くなる。浮遊物質が増加するにつれ、入射光が散乱される水深が浅くなると同時に、海色は青から緑色、さらには黄色へと変化する。また、海色は、浮遊物質による水中散乱のみならず、植物プランクトンからの影響を受ける。植物プランクトンの場合は、クロロフィル（chlorophyll）が $0.45\mu\text{m}$ と $0.65\mu\text{m}$ の光を選択的に吸収する事が知られている。このため、海水中の浮遊物質質量やクロロフィル量を調べるには約 $0.45\mu\text{m}\sim 0.65\mu\text{m}$ 付近のスペクトル帯域を用いることがよい。

2. 海洋観測用衛星

(1) 国外の衛星

センサ	機関名 (国名)	衛星	打上年/ 月	解像 度 (m)	バン ド
SeaWiFS	NASA (USA)	SeaStar (USA)	1997/08	1100	8
OCM	ISRO (India)	IRS-P4 (India)	1999/05	350	8
MODIS	NASA (USA)	Terra (USA)	1999/12	1000	36
MISR	NASA (USA)	Terra (USA)	1999/12	250	4
OSMI	KARI (Korea)	KOMPSTA T (Korea)	1999/12	850	6
MERIS	ESA (Europe)	ENVISAT- 1 (Europe)	2002/03	300 1200	15
MODIS	NASA (USA)	Aqua (USA)	2002/05	1000	36
COCTS	CNSA (China)	HaiYang-1 (China)	2002/05	1100	10
AVHRR	NOAA (USA)	NOAA-17 (USA)	2002/06	1100	5
GLI	NASDA (Japan)	ADEOS-II (Japan)	2002/12	250 1000	36

表1. 海洋環境監視のための衛星(1997年以降)

1997年以降に打ち上げられた海洋環境監視のための衛星のいくつかは、アメリカ、欧州、アジア（韓国、中国、インド）と各国に及んでいる（表1）。表には衛星名、センサ名、解像度、バンド数等が示されている。クロロフィルは、アメリカのSeaWiFS、MODISにより観測されている。

また、海洋リモートセンシングに関わっている国際機関は

IOC(Intergovernmental Oceanographic Commission) ,
IPCC(Inter-governmental Panel on Climate Change) ,
IHO(International Hydrographic Organization) ,
IMO(International Maritime Organization) ,
PICES(North Pacific Marine Science Organization)
UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) 等である。

(2) 日本の衛星

1996年に宇宙開発事業団(NASDA:National Space Development Agency of Japan)から、地球環境のグローバルな変化の監視を目的に海色海温走査放射計(OCTS)等を搭載した衛星ADEOS(Advanced Earth Observing Satellite)が打ち上げられた。しかし、わずか9カ月の観測後に事故のため停止した。

ADEOS-IIは、ADEOSの観測ミッションを継承するとともに、地球温暖化等のグローバルな環境変動のメカニズムの把握など世界的な気候変動研究、お

よび気象や漁業等の実利用の面への貢献が期待され、2002 年 12 月に打ち上げられた環境観測技術衛星である．グローバル・イメジャ(GLI: Global Imager)と高性能マイクロ波放射形(AMSR:Advanced Microwave Scanning Radiometer)の2つを中心にして、改良型大気周縁赤外分光形-II，海上風観測装置(SeaWinds)，地表反射光観測装置，データ収集システムの各センサを搭載し、水・エネルギー循環、炭素循環に必要なデータを取得することができる．また、海上風観測装置は NASA、地表反射光観測装置は CNES(フランス国立宇宙センター)で開発されたものであり、NASDA が中心となり国際協力の成果のもとに打ち上げられたものである．

高性能マイクロ波放射計は、電波センサであるため、光学センサと異なり、昼夜の別なく、雲等の天候に影響を受けることなく、海面温度(SST:Sea Surface Temperature)等の観測を行える．グローバル・イメジャは、光学センサであり、地球表面および雲からの太陽反射光等を観測し、生物に関する様々な量(クロロフィル色素、有機物、植生など)や、温度、雪氷、雲の分布・分類などを高精度に測定できる．

3. グローバルな海洋観測

(1) エルニーニョ：その全休の気象への影響

1998 年、熱帯降雨観測衛星(TRMM)により、エルニーニョに伴う海面水温の変動(左上図)、降雨レーダの観測(左下図)および海面水温の気候値からの偏差(右下図)、地球観測衛星みどり(ADEOS)によりバンングラディッシュの洪水(右上図)を観測した例である(図3)．

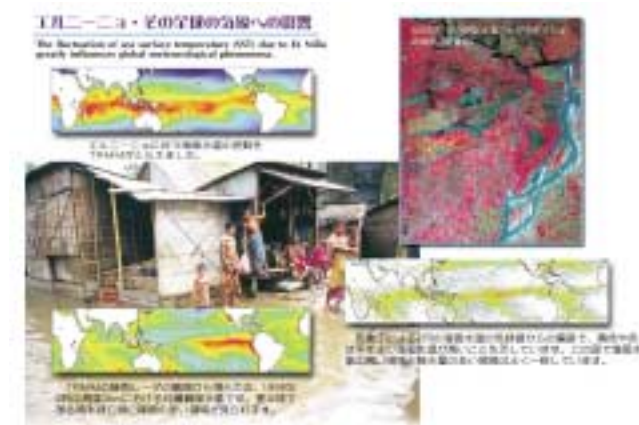


図3. エルニーニョ：その全休の気象への影響
(日本リモートセンシング学会[3])

(2) 植物プランクトンの春の大增殖： スプリング・ブルーム

日本近海の黒潮と親潮の混合水域では、4 月ごろ水温の上昇に伴い、植物プランクトンの大增殖(スプリング・ブルーム)が観測される．これは、親潮により供給された栄養塩に富む海水が暖められ、植物プランクトンの生産環境が整えられたことにより、植物プランクトンが爆発的に増殖する現象である．1998 年、衛星 SeaWiFS により観測した例である(図4)．



図4. 植物プランクトンの春の大增殖：スプリング・ブルーム
(日本リモートセンシング学会[3])

(3) 海洋汚染：中国長江からの土砂流出

長江からの大量の土砂が東シナ海に運ばれ、そして拡散する様子を、2000 年 9 月 16 日にアメリカの衛星 Terra に搭載されたセンサ MODIS による映像である．河口の三角州には中国最大の港湾・商工業都市である上海が見える(図5)．



図5. 海洋汚染：中国長江からの土砂流出
(日本リモートセンシング学会[3])

4. 日本における海洋観測

(1) 有明海・諫早湾・阿蘇山等

ADEOS-II の GLI が 2003 年 1 月 25 日 11 時 30 分頃に取得したデータによる 250m 水平分解能の合成画像である(図 6).

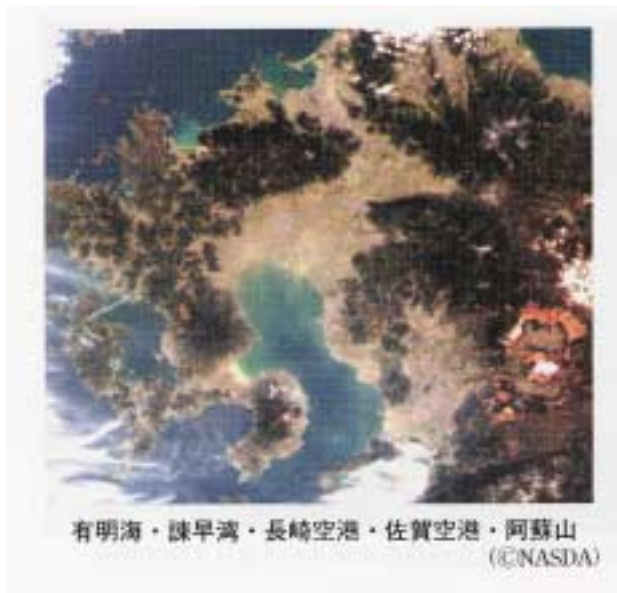


図 6. 有明海・諫早湾・長崎空港・佐賀空港・阿蘇山 (RESTEC [4]).

測定波長帯 660nm(チャンネル 22), 545nm(チャンネル 21), 460nm(チャンネル 20)のデータをそれぞれ赤, 緑, 青色にわりあてたもので, ほぼ人の肉眼で見たとおりの色に見えている. 諫早湾を仕切る堤防の内と外との海色の違いがわかる.

(2) オホーツク海の海水

NASDA の地球観測利用研究センター(EORC)が改良型高性能マイクロ波放射計(AMS R-E)によって, 2003 年 2 月 21 日から 2003 年 4 月 28 日までに観測されたオホーツク海の海水分布画像である (図 7).

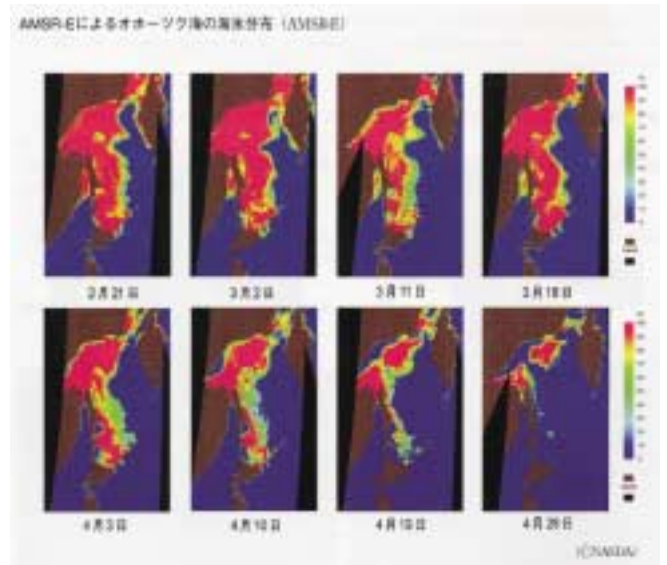


図 7. オホーツク海の海水分布 (RESTEC [4])

(3) ナホトカ号重油流出海域

1997 年 1 月 11 日午後 6 時頃及び 12 日午前 6 時頃, RADARSAT 衛星(カナダ)に搭載された合成開口レーダで能登半島西岸を観測したものについて, 二枚の画像を同縮尺, 同緯経度で表示し, 油状のものをより明確に表示している. 画像の表示範囲は東西約 60km, 南北約 102km, 地上分解能は約 50m である (図 8).

1 月 12 日 6 時観測

1 月 11 日 18 時観測

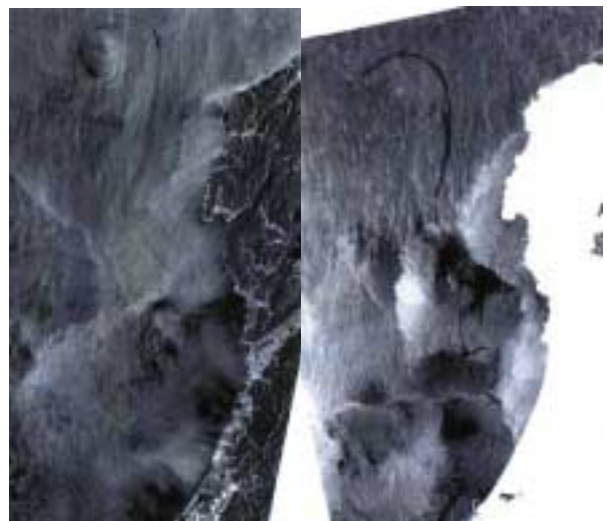


図 8. RADARSAT によるナホトカ号重油流出画像(能登半島) (NASDA のホームページ <http://www.nasda.go.jp/>)

画像では、能登半島西岸沖にゼンマイ状のものが南から北に帯状になったものが確認でき、重油が漂流しているものと考えられる。また、1月11日と12日からの12時間後の画像から、重油と考えられるゼンマイ状のみのが北上している様子を参考に示した(図9)。

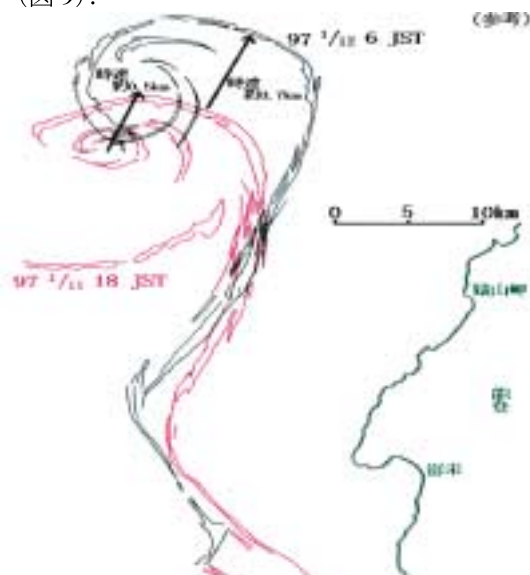


図9. ナホトカ号重油流動の様子(能登半島)
(NASDA のホームページ <http://www.nasda.go.jp/>)

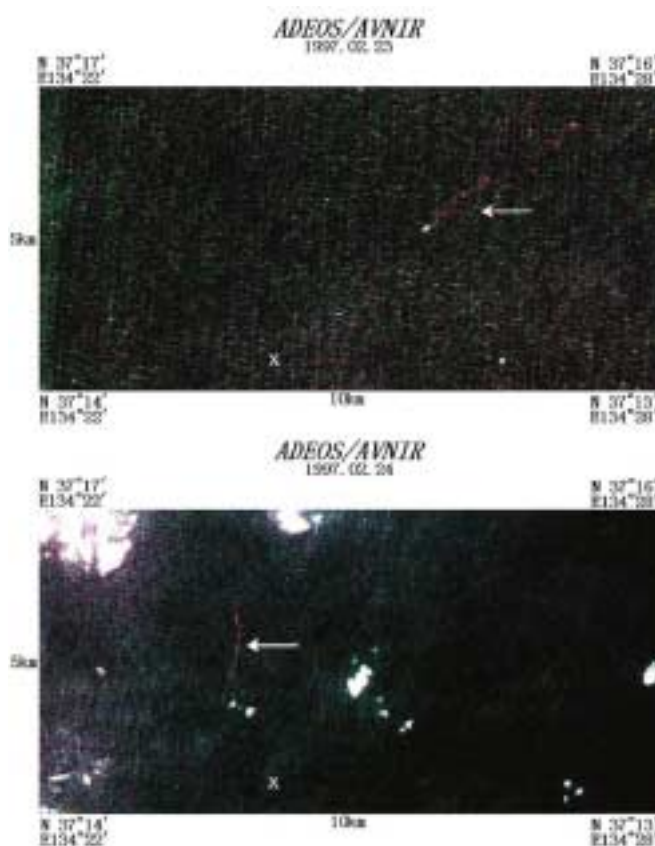


図10. ADEOSによるナホトカ号重油湧出画像
(NASDA のホームページ <http://www.nasda.go.jp/>)

1997年2月23日午前11時40分頃及び24日午前11時13分頃、NASDAのADEOSに搭載された高性能可視近赤外放射計(AVNIR)のマルチスペクトルバンドにより重油が湧出している海域を観測した。両画像とも同縮尺、同緯経度で表示し、画像の表示範囲は東西約10km、南北約5km、地上分解能は約16mである(図10)。

画像では、帯状になった赤色の部分(矢印で表示)が確認でき、重油が漂流しているものと考えられる。また、重油は23日の画像では東西方向であるのに対し、約24時間後には南北方向に変化しているのが分かる。

5. 環日本海の海洋環境

(1) 海流

黄海と東シナ海の高表面や水深50m付近の循環は、①黒潮、②対馬暖流、③黄海暖流の3つの海流から構成されることが、実測される水路データ等過去の海流データや数値モデル研究等により明らかになっている。①黒潮は西太平洋を北上し、台湾と与那国島間の海峡を通じて東シナ海に入り、北東に向かって流れる。北緯30度近くでその流れを東向きへ変えた後、本流はトカラ列島を横切り四国、紀伊半島、東海地方の太平洋沿岸を流れ、伊豆諸島を通過した後、房総半島犬吠崎沖で東に向きを変える。一方支流は、九州島西側を北上して②対馬暖流となり、日本海海域に入っていく。日本海沿岸に沿って北上し、津軽海峡付近で北上する流れと津軽海峡を經由して南下する流れに分岐する。③黄海暖流は、②対馬暖流の一分岐として済州島の南から黄海へと流入し、朝鮮半島西岸に北上したものであり、中国沿岸を南下する沿岸流とともに、反時計まわりの環流を形成しているといわれている。①黒潮は、②対馬暖流と③黄海暖流の駆動メカニズムにおいて重要な役割があると考えられている(図11)。



図11. 黄海および東シナ海における海流系の概念図 (NPEC[5])

(2) 内陸部から海洋への汚濁負荷量

日本海周辺からの陸起源汚濁物質の流出状況を示す(表-2)[6]。これによると、日本海に流入する1日あたりのBODは1,711t, CODは4,403t, T-Nは1,050t, T-Pは128tと推定される。これらを日本海の面積101万km²を考慮し、流入量を1万km²あたりに換算するとBODは16.9t, CODは43.6t, T-Nは10.4t, T-Pは1.3tとなる。一方、渤海は中国唯一の内海で面積が7.8万km²である。1998年の中国海洋局の調査結果報告書[7]によると、陸起源汚濁物質の渤海への流入量は、1年あたりCODで1,425,448t, T-Nで185,890t, T-Pで16,310t, また油類は15,218tであった。これを、1日・1万km²あたりに換算するとCODは501t, T-Nは65.3t, T-Pは5.7t, また油類は5.3tと算出される。これらを日本海と比較すると、CODで約11.5倍, T-Nで約6.3倍, T-Pで約4.4倍といずれも高く、更に容積比(日本海約136万km³, 渤海約0.14万km³)で

表2. 日本海に流出する汚濁物質負荷量 (単位: t/日)

国名	地域又は流域	BOD	COD	T-N	T-P
日本	北海道	109	451	114	7
	東北	150	418	108	6
	北陸	250	723	199	13
	近畿	19	57	14	1
	中国	69	165	44	3
	九州	60	181	79	5
	日本合計	657	1,995	558	35
中国	豆満江	63	187	39	4
韓国	洛東江	198	431	136	25
	その他	419	969	259	62
	韓国合計	617	1,400	395	87
ロシア	沿海地方	89	195	14	1
	ハバロフスク地方	238	521	37	1
	サハリン州	47	104	7	-
	ロシア合計	374	820	58	2
日本海流入する負荷量		1,711	4,403	1,050	128

算出するとCODで約860倍, T-Nで約470倍, T-Pで約340倍といずれも100倍を超え、単純に陸起源汚濁物質の海域への流入量からみても渤海の汚濁進行が深刻であることが分かる。

対馬海峡を通じて日本海に流入する海水流量は、220万m³/secと報告されており[8]、また対馬海峡における溶存態無機窒素、溶存態有機窒素および粒状有機窒素の平均値は、それぞれ4.6μM/l, 5.9μM/l, 1.8μM/l, 溶存態無機リン、溶存態有機リンおよび粒状有機リンの平均値は、それぞれ0.33μM/l, 0.30μM/l, 0.11μM/lと推定されている[9]。したがって、T-NとT-Pの平均濃度は、それぞれ12.3μM/l, 0.74μM/lと推定され、対馬海峡を通じて日本海に流入するT-NおよびT-Pは、それぞれ33,000t/日, 4,400t/日となる[10]。対馬暖流から流入するT-N, T-Pの

負荷量を日本海周辺の河川から流入するT-N, T-Pの負荷量と比較すると、T-Nで約31倍, T-Pで約34倍といずれも高く、対馬暖流によって運ばれる東シナ海と黒潮の混合水の影響が圧倒的に大きいと考えられる。

(3) 衛星画像

環境省は、富山市にある財団法人環日本海環境協力センター(Northwest Pacific Region Environmental Cooperation Center: NPEC)の活動を支援するため、2001年度にNOAA/AVHRR, FY-1C/MVISR及びSeaStar/SeaWiFSの衛星観測データの受信・解析装置(環日本海海洋環境ウォッチシステム, ホームページ; <http://www.nowpap3.go.jp/jsw/>)を設置した。富山受信局の受信範囲を示した(図12)。

NOAA/AVHRRによる2002年8月上旬の夏季(上図)及び2003年3月上旬(下図)の春季における日本海および黄海の海表面温度画像を示した(図13)。

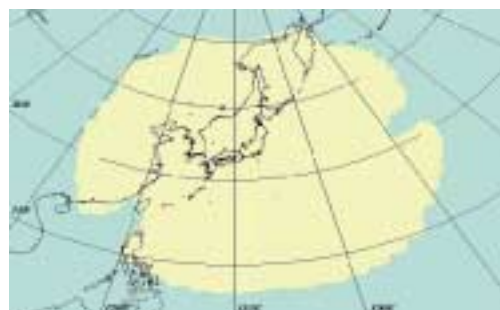


図12. 富山受信局の受信範囲 (NPEC)

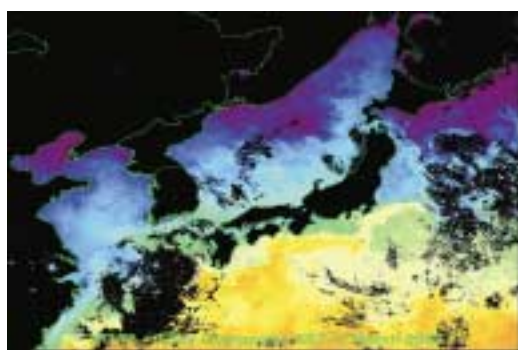
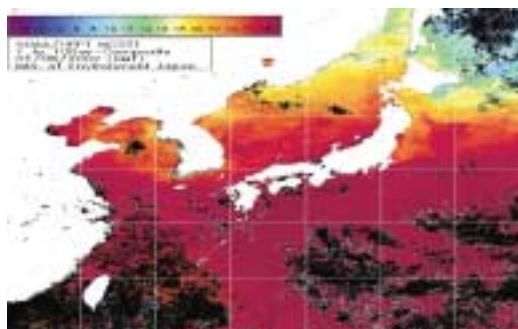


図13. NOAA/AVHRRによる日本海および黄海の海表面温度画像上(2002年8月上旬), 下(2003年3月上旬) (NPEC) SeaStar/SeaWiFSによる2002年3月の日本海および黄海のクロロフィルa画像を示した(図14)。

6. 富山湾の海洋ウォッチ

(1) 北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）

国連環境計画（UNEP）は、日本、中国、韓国及びロシアと協力して、日本海及び黄海の海洋環境保全を目的とした北西太平洋地域海行動計画（NOWPAP）に取り組んでいる。主要事業の一つが、「共同地域モニタリング計画」に基づいた各種プロジェクトの実施である。また、この海域の海洋環境保全においては、赤潮の発生が観察されている沿岸海域の水質汚濁が最も大きな課題とされている。

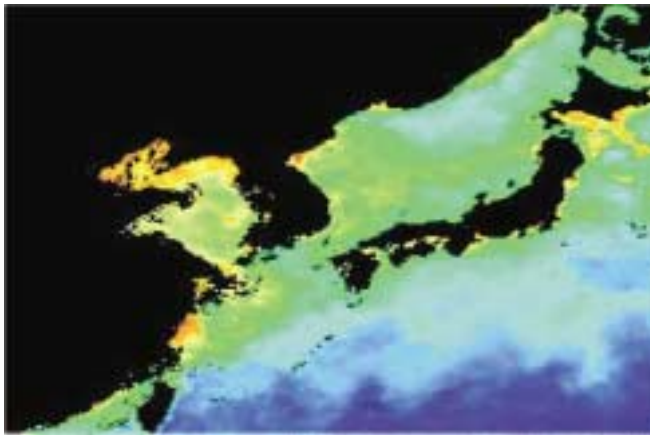


図 14. SeaStar/SeaWiFS による日本海および黄海のクロロフィル a 画像(2002 年 3 月) (NPEC)

(2) 富山湾プロジェクト

富山湾は、本州中央の日本海側、能登半島の東側に位置する湾である。湾口は北東に開け、沖合を流れる黒潮から北緯 30 度で分岐し日本海を北上する対馬暖流が湾内に流入している外洋性の湾でもある。日本海側で最大の外洋性内湾と呼ばれている。湾奥には小矢部川、神通川、黒部川、常願寺川、庄川の 5 本の一級河川と、早月川、片貝川、白岩川等多数の河川からの淡水流入がある。湾への流入量の 6~8 割近くを神通川及び小矢部川で占めている。これらの河川を通して陸域の栄養塩類が湾に広く供給され、植物プランクトンにとって重要な栄養源となり、食物連鎖を経て、富山湾のより良い漁場環境が作り出されている。

現在、衛星観測データで多くの海洋情報が定常的に取得可能になりつつある。特に海色データから、富栄養化で増加ししばしば赤潮を形成する植物プランクトンの総量を表すクロロフィル a 濃度を推定することが可能であり、外洋域ではすでに実用化されている。一方、人為的な影響を受けやすい沿岸域では検討の余地を残してはいるものの、近年クロロフ

イル a 濃度の抽出手法についての開発が進んでおり、

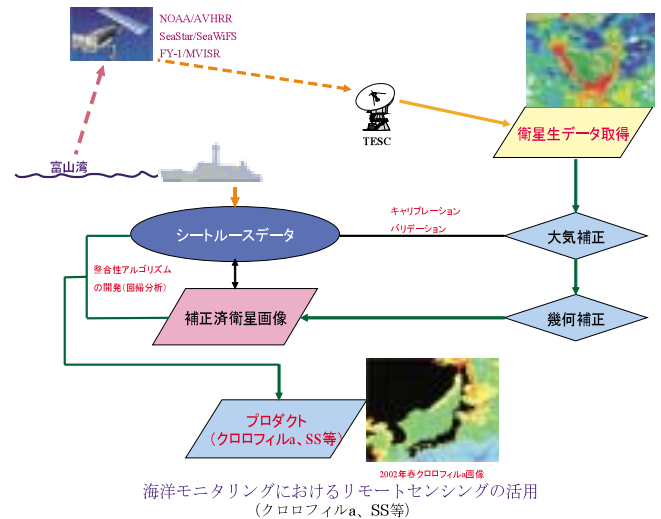


図 15. 衛星データと Sea Truth Data との整合性のフロー (NPEC)

また同時に懸濁物質（SS）や有色溶存有機物（CDOM）の測定も可能になりつつある。そこで本プロジェクトでは、富山湾をモデル海域としてリモートセンシングを活用し、赤潮等富栄養化物質が原因で生じる海洋汚染のモニタリングを行うことによって、NOWPAP の関連諸国（中国、韓国、ロシア）に環境モニタリング手法としてのリモートセンシングの有効性を示すことを目的とし、2003 年度から 3 ヶ年の計画で実施する。具体的には、衛星による海色観測データと調査船による海上測定データとの整合性を図るためのアルゴリズムを開発する（図 15）。

2003 年 1 月 13 日および 2003 年 3 月 2 日の MODIS による富山湾クロロフィル a 画像を示した（図 16）。1 月にはみられないクロロフィル a が 3 月の春のブルーム期に能登半島周辺から富山湾に広がっていることが分かる。

SeaWiFS による 1999 年 6 月の富山湾のクロロフィル a 濃度分布を示した（図 17）。これらの画像では、9 日には富山湾の湾奥でクロロフィル a 濃度が高くなっていたのに対して、12 日には外洋性と考えられるクロロフィル a 濃度の低い海水が能登半島に沿った西側から流入し、高クロロフィル a 濃度水を湾東側の黒部沖から湾奥に押し出し、さらにそれが渦状の構造に発達することを示している。この現象は富山湾では巻き潮と呼ばれる現象と考えられるが、海色リモートセンシングによって沿岸域の短期間での変動を適確に捉えることができることを示している[11]。

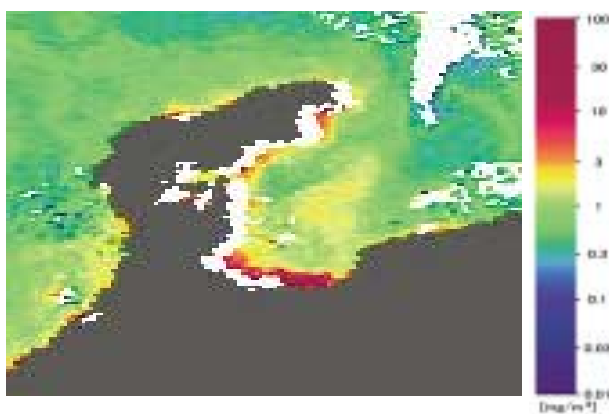
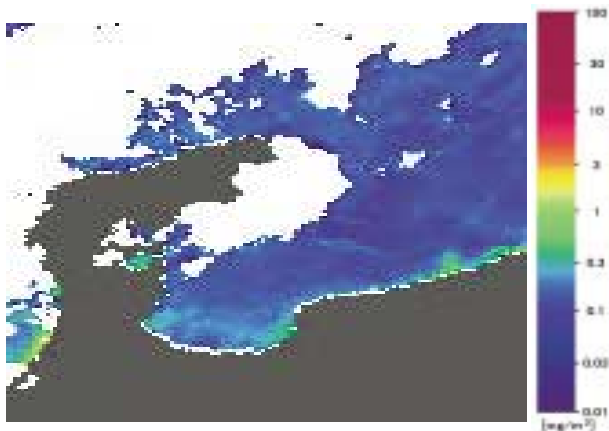


図 16 . Terra/MODIS による富山湾のクロロフィル a 画像
(上 ; 2003 年 1 月 13 日, 下 ; 2003 年 3 月 2 日)
(NASDA と東海大学(TSIC/TRIC))からの提供)

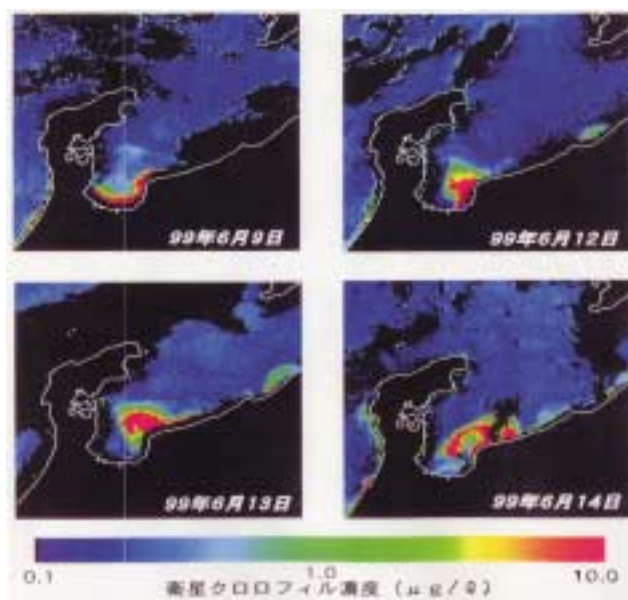


図 17. SeaStar /SeaWiFS による富山湾のクロロフィル a 画像
(1999 年 6 月 9, 12, 13, 14 日)(石坂[11])

7. 今後の海洋観測にむけて

(1) アジア地域との協働

アジア諸国で衛星を保有している国は、10 年前では日本、中国及びインドの 3 ヶ国に限られていた。その後、韓国、台湾が保有し、現在ではマレーシア、タイでも保有し運用している。衛星画像の利用範囲は農林漁業の情報収集、地図作成、環境問題、防災などである。衛星利用での成功事例としては、日本の漁業情報サービスセンター (JAFIC) の開発した“漁業に関する情報”のサービスである。また環境問題としては、メコン、イラワジ (ミャンマー)、紅河 (ベトナム) などの大河の洪水、ネパールの氷河湖決壊などの水害対策への活用が期待されている[4]。

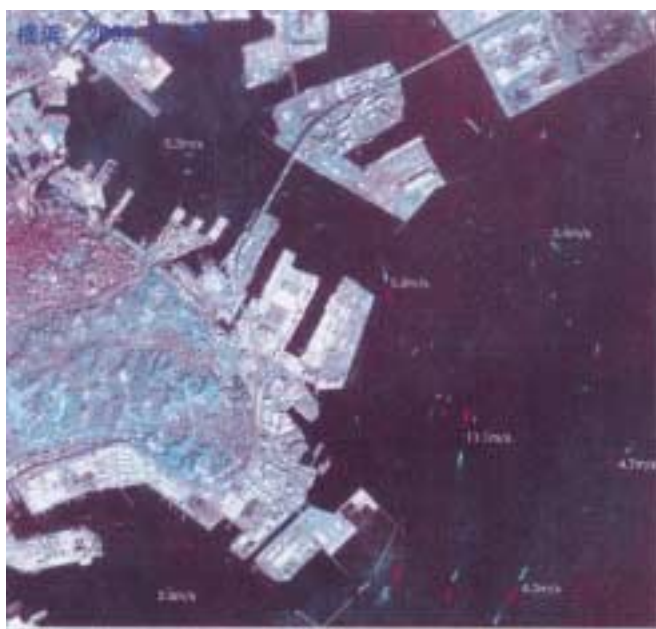
環日本海地域のリモートセンシングによる環境観測を実行していくうえで、中国、韓国及びロシアとの技術協力、共同研究等の協働は大切である。それは、衛星データのみならず、シー・トルース・データの共有化も同時に意味するものでなければならない。特に沿岸域のクロロフィル a、浮遊物質、有色溶存有機物質等の濃度マップの作成は、各国の必然性の歩調にあわせ、研究者、行政者それに地域の利用者が三位一体となって取り組む課題である。そして、「リモートセンシングによる赤潮観測」、「赤潮の拡散予測」等のモデル化への取り組みが次にくる課題である。そこには、海面水温、波高、風向、風速、海流の速度や方向といった物理量のリモートセンシングによる観測が必要不可欠である。

(2) 期待されるリモートセンシング技術

1972 年のアメリカの ERTS 衛星の空間分解能の 1 万倍以上である 61cm の画像を現在では入手可能となった。当時は皇居の形であったが、現在では東京タワーの形が判別でき、また人の影も検出可能である。ハイパースペクトル画像の中には、氷、雪、標高の高い雲などの識別に卓越したものがある。タンデムオペレーション (2 機の人工衛星を直列に並べて 2 回の連続観測を行うこと) への取り組みは、リモートセンシングが瞬間をとらえる「静的」な観測を「動的」な観測に移行する新しい技術である[4]。

タンデムオペレーションによるリモートセンシングは、特に時々刻々と変化する海洋環境の観測には最適である。具体的な 2 機編隊のタンデム運用の例としては、①欧州宇宙機構 (ESA) の ERS-1 と ERS-2、アメリカ・フランスの TOPEX/POSEIDON とフランスの Jason-1 (洪水や海面変動の観測に有効)、② Landsat-7/ETM+と EO-1/ALI (横浜港の船舶が 1 分後にどこに動いたかを示す画像 (図 18))、③ドイツの

終わりに、今後に打ち上げが予定されているものの環境観測衛星として期待されるものが、アメリカの Aura (大気化学観測, EOS シリーズの 3 号機, 2004 年), 韓国の KOMPSAT2 (高分解能イメージャによる地球観測, 2004 年), カナダの RADARSAT2 (合成開口レーダーによるリモートセンシング衛星, 2005 年), フランス, アメリカの Jason-2 (レーダー高度計による海面高度マッピング, 2006 年) 等である。わが国の衛星としては, ALOS (陸域観測技術衛星, 2004 年) 及び GCOM (地球環境変動観測ミッション, 2007 年) が NASDA から打ち上げられる予定である。特に GCOM は, ADEOS, ADEOS-II を高度化・継続し, 地球環境変動メカニズムの解明・予測のために, ADEOS-II からはじまる長期にわたる各種地球物理量の観測を行うことを目的としている。この中で, 物質・エネルギー循環観測衛星 (GCOM-B1) はグローバル・イメージャ (GLI) 後継機と高性能マイクロ波放射計 (AMSR) 後継機を主要センサとして搭載する。これらのセンサによりエアロゾル, 積雪域, 水蒸気, 植物プランクトン, 色素濃度, 海上風, 海面温度等の観測が期待される [4].



時間 1 分差の間に, 船舶が青から赤の位置に進んだ. 空間分解能は 10m. 2002 年 11 月 14 日観測.



時間 28 分差の間で流速を観測。太平洋起源の濁った水塊が進出した箇所は赤、澄んだ水塊が進出したところは青で示されている。地点 a では、放射状に発散する流動がみられ速度は約 0.5 ノット、地点 b では淵を抜けた水流が 1 ノットほどで南進中。2003 年 3 月 28 日観測。

- [1] 宇宙開発事業団, この星のために・・・地球観測, 2002.
- [2] 日本リモートセンシング研究会編, 改訂版図解リモートセンシング(村井俊治監修), (社) 日本測量協会, 2001.
- [3] 日本リモートセンシング学会, 環境のリモートセンシング, 2003
- [4] (財) リモート・センシング技術センター, RESTEC 51 号 2003
- [5] (財) 環日本海環境協力センター, 中国内陸部における水質汚染の河川流域・沿岸部への寄与及びその日本近海における海洋汚染への影響に関する一考察, NPEC, 2003
- [6] (財) 環日本海環境協力センター, 平成年度日本海環境影響(河川等流入汚濁負荷量)調査報告書, NPEC, 1999
- [7] 中国国家海洋局年次報告, 1998
- [8] Isobe et al, *Freshwater and temperature transports through the Tsushima-Korea Strait*, J Geophys. Res.-Oceans (in press)
- [9] Y.Kawakami, *Chemical Oceanography of Tsushima Strait*, Tokai University Press, 1985
- [10] T. Yanagi, *Water, Salt, Phosphorus and Nitrogen Budgets of the Japan Sea*. Journal of Oceanography, 2002
- [11] 石坂丞二, 沿岸域での海上リモートセンシングの現状と将来, 沿岸海洋研究, 2001